

# **Metal coating the helical screw of an injection moulding or extrusion device - with a carbon di:oxide laser as heating source and controlled parameters for the powdered metal feed and movement of screw past the laser unit**

**Publication number:** DE4130207 (A1)

**Publication date:** 1993-03-25

**Inventor(s):** HUANG CHUNG-CHENG [TW] +

**Applicant(s):** IND TECH RES INST [TW] +

**Classification:**





**- international:** *B05B7/22; B23K26/14; B23K26/34; B29C45/60; B29C47/60; C23C24/10; C23C26/02; C23C4/18; B05B7/16; B23K26/00; B23K26/14; B29C45/58; B29C47/60; C23C24/00; C23C26/02; C23C4/18; (IPC1-7): B23K26/00; B23K26/12; B29C45/60; B29C47/60; C23C24/10*

**- European:** B05B7/22C; B23K26/14B; B23K26/34; B29C45/60; B29C47/60A; C23C24/10D; C23C26/02; C23C4/18

**Application number:** DE19914130207 19910911

**Priority number(s):** DE19914130207 19910911

## **Cited documents:**

 DE3509582 (C1)  
 DE4001091 (A1)  
 DE3928092 (A1)  
 US4250374 (A)

## **Abstract of DE 4130207 (A1)**

Method of metal coating a helical screw of an injection moulding or extrusion device consists of using a high energy CO<sub>2</sub> laser (5) as heat source which can be adjusted to give a predetermined energy density and width of coating via a focussing unit. The feeding speed of the metal coating in the form of a powder and the movement of the screw beneath the laser beam are controlled as are the degree of overlap of each coating and the pressure and flow of a protective gas atmosphere fed with the metal powder. ADVANTAGE - The energy used is partly for melting the surface of the screw and partly for melting the powder so that a metallic bond is produced by instantaneous coagulation. This bond ensures that the coating does not suffer any future stripping or flating. The heat used is controlled so that the screw is not excessively deformed and the coating thickness can be precisely controlled. This all leads to improved wear and corrosion resistance with reduced production costs.

-----  
 Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



19 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 30 207 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 23 K 26/00**  
B 23 K 26/12  
C 23 C 24/10  
B 29 C 45/60  
B 29 C 47/60

21 Aktenzeichen: P 41 30 207.9  
22 Anmeldetag: 11. 9. 91  
43 Offenlegungstag: 25. 3. 93

**DE 41 30 207 A 1**

71 Anmelder:  
Industrial Technology Research Institute, Chutung,  
Hsing-Chu, TW

74 Vertreter:  
Kraus, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Weisert, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Spies, J., Dipl.-Phys.,  
Pat.-Anwälte; Nielsen, F., Dr., Rechtsanw., 8000  
München

72 Erfinder:  
Huang, Chung-Cheng, Chutung, Hsing-Chu, TW

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Erzeugen eines metallischen Überzugs auf einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke

57 Mit der Erfindung wird ein Verfahren zum Erzeugen einer Doppelmetall-Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke unter Verwendung einer Hochenergie-Kohlendioxid-Laser-Plattierung zur Verfügung gestellt, worin ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser als Wärmequelle verwendet und der Plattierungsbereich mittels einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung gesteuert und/oder geregelt wird, während hierbei Pulver mit geeigneten Plattierungseigenschaften über eine Pulverzuführungseinrichtung aufgebracht wird. Während der Bestrahlung mit dem Laser wird die äußere Oberfläche der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke durch einen Teil der Energie geschmolzen, und ein Teil der Energie bringt das Plattierungspulver zum Schmelzen, dann wird durch augenblickliche Koagulation eine metallurgische Bindung zwischen der Oberflächenschicht der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke und der Pulverplattierungsschicht ausgebildet. Wegen der wenigen Eingangswärme oder zugeführten Wärme hat die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke nur eine geringe Deformation, und die Plattierungsdicke kann präzise gesteuert und/oder geregelt werden, so daß wenig Nacharbeit notwendig ist. Dieses Verfahren liefert Eigenschaften, welche gegenüber denjenigen, die durch Plasmabesprühen erzeugt werden, überragend sind. Es werden nicht nur die Verschleiß- und Korrosionsfestigkeitseigenschaften wesentlich verbessert, sondern auch die Produktionskosten ...

**DE 41 30 207 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer Materialschicht durch Beschichtung auf eine Einspritz-, Extrusions-, o. dgl. -schraube oder -schnecke zum Zwecke des Erhöehens der Verschleiß- und Korrosionsfestigkeitseigenschaften derselben, und insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Doppelmetallschraube oder -schnecke unter Verwendung eines Hochenergie-Kohlendioxid-Lasers zur Ausführung einer Laserplattierung oder eines durch einen Laser erzeugten metallischen Überzugs.

Eine Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke ist ein wichtiger Teil einer Einspritz-, Extrusions-, Spritzguß- o. dgl. -maschine. Gewöhnlich wird das Spritzgießen bei einer Temperatur von bis zu 100 bis 400°C betrieben. Hierbei bewirken Kunststoffe, insbesondere solche mit einem hohen Anteil an hinzugefügten Glasfasern, oft ernsthaften Verschleiß und beträchtliche Korrosion auf der Oberfläche der Einspritzschraube oder -schnecke und des Zuführungsrohrs unter den Bedingungen der hohen Temperatur und des hohen Drucks, was zu solchen Problemen führt, wie es beispielsweise ein Rückfluß während des Einspritzens, eine instabile Messung, eine Abnahme des Drucks in dem Formhohlraum, eine ungenügende Zuführung und dgl. sind. Hierdurch kommt es nicht nur dazu, daß die Eigenschaften der Spritzgußprodukte instabil bzw. in unerwünschter Weise variierend sind, sondern die Einspritzschraube oder -schnecke wird auch nach einer kurzen Betriebslebensdauer abgenutzt. Abgesehen davon, daß das Ersetzen der Einspritzschraube oder -schnecke als solches entsprechende Kosten verursacht, wird hierdurch auch die Produktion beeinträchtigt, insbesondere durch entsprechende Unterbrechungen, und die Produktionskosten werden durch dieses Ersetzen der Einspritzschraube oder -schnecke und diese Beeinträchtigung der Produktion erhöht.

Der Kunststoff verursacht einen Verschleiß und eine Korrosion der Einspritzschraube oder -schnecke während des Spritzgießens. Es ist daher erforderlich, ein angemessenes Material zur Herstellung der Einspritzschraube oder -schnecke auszuwählen. Außerdem ist es notwendig, die Oberflächeneigenschaften hinsichtlich deren Verschleiß- und Korrosionsfestigkeit zu verbessern, indem eine entsprechende Oberflächenbehandlung ausgeführt wird, wozu oft die nachfolgenden Verfahren verwendet werden.

Das erste dieser Oberflächenbehandlungsverfahren ist eine Stickstoffdotierung der Oberfläche mittels Flammen- oder Hochfrequenzbehandlung. Durch dieses Oberflächenbehandlungsverfahren können zwar die Härte der Oberfläche und die Verschleißfestigkeit erhöht werden, jedoch ist dieses Oberflächenbehandlungsverfahren nicht gut hinsichtlich der Korrosionsfestigkeitswirkungen.

Das zweite dieser Oberflächenbehandlungsverfahren ist eine künstliche Gasplattierung. Dieses Oberflächenbehandlungsverfahren hängt in hohem Maße von der Handhabung der Technik durch den Menschen ab. Es ist schwierig, dabei die erzielte Qualität zu steuern, es ergibt instabile Abmessungen und führt zur Erscheinung einer Rißbildung in der Oberflächenschicht oder eines Abstreifens, Ablösens oder Abschälens der Oberflächenschicht.

Das dritte dieser Oberflächenbehandlungsverfahren ist eine Chromplattierung oder eine physikalische

Dampfablagerung (PVD-Verfahren) von Titanitrid (TIN-Verfahren). Dieses Oberflächenbehandlungsverfahren kann zwar die Wirkung einer Korrosionsfestigkeit erbringen, jedoch hat die Plattierungsschicht nur eine geringe Dicke von etwa 10 bis 200 µm. Eine ein wenig dickere Plattierungsschicht neigt dazu, abgestreift oder abgelöst zu werden oder sich abzuschälen. Die Gebrauchsdauer während der Verwendung bei einer Einspritzschraube oder -schnecke ist relativ sehr beschränkt.

Das vierte dieser Oberflächenbehandlungsverfahren ist Plasmasprühen. In diesem Verfahren wird die Sprühschicht mechanisch an die Einspritzschraube oder -schnecke gebunden und kann daher leicht abgestreift werden oder sich abschälen. Außerdem hat die Sprühschicht eine Anzahl von feinen Löchern, was zu einer schlechten Korrosionsbeständigkeitswirkung führt.

Schließlich gibt es noch andere Verfahren, die dazu angewandt werden, die Schwierigkeiten zu überwinden, welche sich durch Verschleiß und Korrosion bei Einspritzschrauben oder -schnecken ergeben. Zum Beispiel wird zur Herstellung einer Doppelmetalleinspritzschraube oder -schnecke ein thermisches pulvermetallurgisches Verfahren mit gleichförmigem Druck angewandt (sog. HIP-Verfahren). Jedoch ist dieses Verfahren sehr kostenaufwendig und daher noch nicht allgemein anwendbar.

Laserplattierung ist zwar ein neuartiges Plattierungsverfahren bzw. ein neuartiges Verfahren zur Erzeugung metallischer Überzüge. Jedoch konnte bisher eine Laserplattierung bei der Plattierungsbehandlung von Schrauben oder Schnecken, insbesondere von Einspritzschrauben oder -schnecken, nicht angewandt werden. Die Gründe hierfür bestehen insbesondere darin, daß die periphere Ausrüstung für eine Laserplattierung von Einspritzschrauben oder -schnecken wie auch die Auswahl geeigneter Plattierungsparameter auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. So ergibt sich z. B. unter diesen Bedingungen eine zu geringe Laserleistung und/oder eine zu schnelle lineare Plattierungsgeschwindigkeit und/oder eine zu starke Unschärfe, was alles zu einer derartig zu kleinen Laserenergiedichte führt, daß die Matrixoberfläche (die Oberfläche des Schrauben- oder Schneckenteils) und/oder das Pulverbeschichtungsmaterial nicht schmelzen können. Wenn andererseits der Laser eine zu hohe Energiedichte hat, ist der Betrag der thermischen Eingangsleistung für die Matrix (den Schrauben- oder Schneckenteil) und den metallischen Überzug oder das Pulvermaterial zu groß. Es ergibt sich hierbei nicht nur eine Energievergeudung, sondern aufgrund der Erhitzung kommt es außerdem oft zu einer Deformation der Schraube oder Schnecke bei der Erhitzung und/oder nachfolgend auf die Erhitzung. Aus Experimenten wurde gefunden, daß die Energiedichte, die bei der Laserplattierung verwendet werden sollte, zwischen  $10^4$  bis  $10^5$  W/cm<sup>2</sup> ist. Außerdem hängt der Fluß des für den metallischen Überzug verwendeten Pulvermaterials von der zu plattierenden Dicke oder der Plattierungsdicke ab. Wenn es notwendig ist, die Plattierungsdicke zu erhöhen, wird der Pulverfluß erhöht, und es wird auch die Gesamtwärmeingangsleistung für die Plattierung leicht erhöht, um den erhöhten Pulverfluß zu schmelzen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es im Hinblick auf die oben angegebenen Nachteile der konventionellen Oberflächenbehandlung einer Einspritzschraube- oder -schnecke insbesondere, ein Verfahren zum Herstellen einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl.

-schraube oder -schnecke zur Verfügung zu stellen, mit welchem diese und andere Nachteile überwunden werden.

Mit der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke zur Verfügung gestellt, worin ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser als Wärmequelle verwendet wird, und worin die Art des Pulvers vorteilhaft ausgewählt wird, und die periphere Ausrüstung wie auch das Steuern und/oder Regeln der Betriebsparameter vorteilhaft in Verbindung hiermit so ausgewählt werden, daß ein metallischer Überzug oder eine Plattierung mit metallurgischen Bindungen auf der Oberfläche der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke ausgebildet wird, so daß die Wirkungen und Eigenschaften einer vorteilhaften Doppelmetall-Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke erhalten werden, wobei insbesondere kein Abstreifen oder Abschälen oder sonstiges Ablösen des metallischen Überzugs oder der Plattierung stattfindet und die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke verschleißfest und korrosionsfest ist, wodurch der Wert und die Gebrauchsdauer der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke wesentlich erhöht werden.

Im einzelnen wird die obige Aufgabe dadurch gelöst, daß gemäß der Erfindung ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser als Wärmequelle verwendet wird. Durch Außerfokus-Einstellung oder Einstellung einer Integrator-ausrüstung oder -einrichtung zur Einstellung der Plattierungsenergiegedichte zwischen  $10^4$  bis  $10^5$  W/cm<sup>2</sup>, Steuern und/oder Regeln einer Werkbank bzw. der Bewegung derselben, umfassend eine CNC-Drehwerkbank oder eine CNC-Drehbank, die auf der Werkbank angebracht ist, mittels einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung zum genauen Bewegen der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke unter der Strahlung des Hochenergie-Kohlendioxid-Lasers wird die obige Aufgabe gelöst (CNC = computerisierte numerische Steuerung und/oder Regelung). Außerdem werden die erstrebten Wirkungen der Plattierung erhalten durch eine Pulverzuführungseinrichtung, die einen angemessenen Betrag an Pulver abgibt, welcher entsprechend den erforderlichen Kenndaten und/oder Eigenschaften gewählt und vorzugsweise von einem Schutzgas begleitet ist.

Die vorstehenden sowie weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung seien nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand von bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens näher beschrieben und erläutert, indem nachstehend das Verfahren zum Herstellen einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke mit einer Hochenergie-Kohlendioxid-Laser-Plattierung gemäß der Erfindung umfassender beschrieben und erläutert ist; es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Ausrüstungs-, Einrichtungs- oder Aufbaustruktur zur Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**Fig. 2A** und **2B** schematische Darstellungen der Laserenergiegedichte und der Plattierungsbreite, die durch Außerfokus-Einstellung (**Fig. 2A**) bzw. einen Integrator (**Fig. 2B**) eingestellt werden;

**Fig. 3** bis **5** schematische Darstellungen von Bereichen, die zum Versehen mit einem metallischen Überzug ausgewählt sind, und von metallischen Überzügen, die hieraus und nach weiterer Behandlung, Herrichtung oder Endbearbeitung derselben hieraus entstehen; und

**Fig. 7** eine Kurvendarstellung einer quantitativen Analyse einer Schraube oder Schnecke, die nachfolgend auf das Aufbringen eines metallischen Überzugs durch ein erfindungsgemäßes Verfahren mittels einer elektronischen Mikrosonde durchgeführt worden ist.

In der nun folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sei zunächst auf **Fig. 1** Bezug genommen, wonach eine Einspritzschraube oder -schnecke 1 auf einer programmierbaren drehbaren Werkbank oder Drehbank 2 eingespannt und mittels eines Supports 3 drehbar gegengehalten ist. Die drehbare Werkbank 2 und die planare Werkbank 4 oder der Schlitten 4 sind programmäßig so synchronisiert, daß ein Vorschub der Schraube oder Schnecke 1 in Richtung des Pfeils bei gleichzeitiger Drehung derselben in Richtung der doppelten Pfeile stattfindet. Ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser S strahlt senkrecht auf den zu bearbeitenden Bereich Energie auf, und zwar mittels Außerfokus-Einstellung (**Fig. 2A**) oder mittels eines Integrators (**Fig. 2B**). Außerdem erfolgt eine Zuführung von Pulver 7 mittels einer Pulverzuführungseinrichtung 6 und ein Schutz mittels eines Gases (Schutzgas), so daß auf diese Weise insgesamt ein regionaler oder bereichsweiser metallischer Überzug erhalten wird (nämlich auf dem jeweiligen Bereich, der gerade behandelt wird, wie beispielsweise in den **Fig. 2A** und **2B** dargestellt ist).

Es sei nun auf **Fig. 2A** Bezug genommen, aus der ersichtlich ist, daß bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Energiedichte und die Breite des metallischen Überzugs mittels Außerfokus-Einstellung eingestellt werden; dagegen werden bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach **Fig. 2B** die Energiedichte und die Breite des metallischen Überzugs mittels eines Integrators eingestellt, wobei dieser letztere eine gleichförmigere Laserenergie aufstrahlt.

Wenn der metallische Überzug nicht auf einmal vollendet werden kann, wird die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke nach dem Aufbringen des metallischen Überzugs an einer Stelle oder einem Bereich um einen gewissen Winkel gedreht, und zwar so, daß ein gewisser Prozentsatz an Überlappung zwischen dem zuletzt mit einem metallischen Überzug versehenen Bereich und dem nächsten Bereich, der mit einem metallischen Überzug versehen werden soll, vorhanden ist, und dann wird erneut ein metallischer Überzug aufgebracht (wie in **Fig. 4** beispielsweise gezeigt ist).

Die metallischen Überzugsbereiche oder Plattierungsbereiche bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke, wie beispielsweise die Oberseite 31, die Seiten 32, 33 oder der Boden 34 in **Fig. 3**, können entsprechend den jeweiligen Erfordernissen ausgewählt werden.

Mittels eines Satzes von Spiegeln, die in geeigneter Weise ausgebildet und angeordnet sind, wird die Wärmequelle in der Weise gebildet, daß mittels dieses Satzes von Spiegeln die Strahlung des Hochenergie-Kohlendioxid-Lasers senkrecht auf den mit dem metallischen Überzug zu versehenen Bereich aufgestrahlt wird. Während die Seiten 32 und 33 gemäß der **Fig. 3** mit dem metallischen Überzug versehen werden, können diese Wirkungen dadurch erzielt werden, daß man den einstellbaren Satz von Spiegeln so einstellt, daß der Laserstrahl senkrecht zu der jeweiligen Seite 32 bzw. 33 ist.

Die Energiedichte des Hochenergie-Kohlendioxid-Lasers, der Fluß an Pulver und die Rate bzw. Geschwin-

digkeit des Überziehens mit Metall oder des Plattierens sind wichtige Parameter für das Verfahren. Die Energiedichte kann durch Einstellen der Laserleistung in Zusammenhangwirkung mit der Außerfokus-Einstellung oder mit dem Integrator gesteuert und/oder geregelt werden. Der Fluß an Pulver kann durch die Pulverzuführungseinrichtung (die in Fig. 1 mit 6 bezeichnet ist) eingestellt werden, und dadurch wird die Metallüberzugs- oder Plattierungsdicke gesteuert. Die Rate bzw. Geschwindigkeit des Aufbringens des metallischen Überzugs oder der Plattierung kann entsprechend der Geschwindigkeit des Drehens der Schraube oder Schnecke und der Vorschubgeschwindigkeit der Schraube oder Schnecke gesteuert und/oder geregelt werden. Durch Anwenden dieses Verfahrens kann auch eine Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke, deren Schrauben- oder Schneckengänge unterschiedliche Steigungen haben, mit einem metallischen Überzug, insbesondere auf ihren Schrauben- oder Schneckengängen, versehen werden.

Nachdem der metallische Überzug mittels des Hochenergie-Kohlendioxid-Lasers auf der Einspritzschraube oder -schnecke 1 aufgebracht worden ist, kann der Metallüberzugs- oder -plattierungsbereich die Form einer unebenen, gekrümmten oder gewellten Fläche haben. Wenn das Aufbringen des metallischen Überzugs in der Art und Weise erfolgt, wie sie mittels Außerfokus-Einstellung geschieht, dann sind die Ergebnisse des Aufbringens des metallischen Überzugs derart, wie in Fig. 4 gezeigt; dann sind zum Herrichten, Endbearbeiten o. dgl. Verfahren des Schleifens mittels einer Schleifscheibe und/oder des Polierens und dgl. notwendig, damit man das Endprodukt (Fig. 5) erhält.

Der metallische Überzug nach dem Herrichten oder der Endbearbeitung bei einer Ganzflächenplattierung einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke gemäß der Erfindung ist in Fig. 6 gezeigt.

Aus der quantitativen und qualitativen Analyse des metallischen Überzugs der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke mittels eines Elektronenröntgenstrahlen-Mikroanalysators ist ersichtlich, daß beträchtliche chemische Bestandteile, wie Kobalt aus dem Pulver und Eisen aus der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke in dem winzigen Verbindungsbereich des auf Kobalt basierenden Pulvers des metallischen Überzugs, sowie des metallischen Überzugs selbst und der Oberflächenschicht der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke vorhanden sind. Das kann man dahingehend interpretieren, daß der metallische Überzug metallurgische Bindungen hat, daß die aus dem Pulver und aus dem Material der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke gemischte metallurgische Schicht dünn ist, und daß die Verdünnung kleiner als 5% ist, wie in Fig. 7 gezeigt ist.

Aufgrund der Wahl des Pulvers und aufgrund der augenblicklichen Abkühlung und Koagulation des metallischen Überzugs ergeben sich solche Merkmale, wie die hohe Härte sowie Verschleiß- und Korrosionsfestigkeit. Außerdem ist die Deformation der mit dem metallischen Überzug versehenen Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke aufgrund genauer Steuerung und/oder Regelung der Lasereingangswärme winzig, und die Endbearbeitungs- oder Herrichtungsarbeit ist stark herabgesetzt. Auf diese Weise ergibt sich eine beträchtliche Einsparung an Pulver und eine hohe Qualität des Produkts. Durch Programmsteuerung können unterschiedliche Größen der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke

und/oder unterschiedliche Steigungen der Schrauben- oder Schneckengänge sicher erfaßt werden, so daß das Erzeugen des metallischen Überzugs mit kleinen Mengen und in einer großen Anzahl von verschiedenen Arten ausgeführt werden kann.

Die obige Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht von der Herstellung eines metallischen Überzugs auf einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke mittels eines Pulvers aus. Tatsächlich kann jedoch auch ein Draht, der äquivalente Eigenschaften hat, anstelle des Pulvers verwendet werden, und die Pulverzuführungseinrichtung kann dementsprechend durch eine Drahtzuführungseinrichtung ersetzt werden; demgemäß braucht in dieser Ausführungsform kein Pulverwiedergewinnungsverfahren angewandt zu werden. Jedoch sollte ein Draht, der meistens in kreisförmigen Windungen aufgewickelt wird, erst gerademacht werden, indem oder wenn er durch die Drahtabgabereinrichtung hindurchgeht, denn dann kann er genau den Ort erreichen, an welchem der metallische Überzug erzeugt werden soll.

Das Verfahren nach der Erfindung kann auch in der Weise angewandt werden, daß das Material für dem metallischen Überzug erst durch Plasmasprühen auf die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke aufgebracht und dann mit dem Laser wiedergeschmolzen wird (wie in Fig. 1 gezeigt, wobei jedoch bei dieser vorgenannten Ausführungsform die Pulverzuführungseinrichtung entfernt ist), um die mechanische Bindung des metallischen Überzugs in eine metallurgische Bindung umzuwandeln und die Korrosionsfestigkeitswirkung wesentlich zu erhöhen.

Bei dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise folgende Beziehung zwischen der Werkbankvorschubgeschwindigkeit, der Plattierungsgeschwindigkeit (d. h. der Geschwindigkeit des Aufbringens des metallischen Überzugs), dem Außendurchmesser der Schraube oder Schnecke sowie der Steigung und der Drehgeschwindigkeit angewandt:

D = Außendurchmesser der Schraube oder Schnecke  
P = Steigung der Schraube oder Schnecke  
W = Zeitdauer einer Umdrehung der Schraube oder Schnecke  
F = Werkbankvorschubgeschwindigkeit  
S = Lineargeschwindigkeit der Plattierung

Für die Werkbankvorschubgeschwindigkeit (mm/min) F ergibt sich folgende Gleichung:

$$F = \frac{P}{W/60} = \frac{60 P}{W}$$

Für die Lineargeschwindigkeit der Plattierung (mm/min) S ergibt sich folgende Gleichung:

$$S = \frac{\pi D}{W/60} = \frac{60 \pi D}{W}$$

Es sei folgendes Beispiel gegeben:

Außendurchmesser der Schraube oder Schnecke D = 36 mm  
Steigung der Schraube oder Schnecke P = 36 mm  
Zeitdauer einer Umdrehung der Schraube oder Schnecke W = 12,87 sec/Umdrehung

Aufgrund dieser Ausgangswerte ergeben sich für die Werkbankvorschubgeschwindigkeit  $F$  und die Linear-  
geschwindigkeit der Plattierung  $S$  folgende Werte:

$$F = \frac{60 \times 36}{12,87} = 167,83 \text{ (mm/min)}$$

$$S = \frac{60 \pi \times 36}{12,87} = 527,23 \text{ (mm/min)}$$

Die Plattierungsparameter sind unterschiedlich in Abhängigkeit von der Länge, dem Außendurchmesser, der Steigung und der Breite der Schrauben- oder Schneckengänge sowie der Dicke der Beschichtung. Es sei nachstehend zur Erläuterung ein Beispiel gegeben:

Länge der Schraube = ca. 674 mm  
Außendurchmesser = 33 mm  
Breite der Spitze oder des Rückens der Schrauben- oder Schneckengänge = 5 mm,  
mit 1 mm Plattierungsdicke  
Steigung der Schraube oder Schnecke = 33 mm

Ausgehend von den vorstehenden Werten wurden nach mehreren Malen Testens die folgenden optimalen Beschichtungsparameter erhalten:

Laserleistung = 1,5 kW  
Zeitdauer für eine Umdrehung der sich drehenden Schraube oder Schnecke = 12,43 sec/Umdrehung  
Lineare Plattierungsgeschwindigkeit = ca. 500 mm/min  
Werkbankvorschubrate = 159 mm/min  
Beschichtungspulver = Cr-Co-W-Legierung  
Pulverfluß = 25 g/min  $\pm$  2 g/min  
Distanz der Außerfokus-Einstellung = 7  $\pm$  0,2 mm  
( $\pm$  0,2 ist der Schwankungswert oder die Meßgenauigkeit eines Meßinstruments, das für eine Millimetermessung verwendet wurde)  
Pulverdüse = 2,5 mm Durchmesser  
Beschichtungszeit = 3 Schrauben- oder Schneckengänge in ca. 15 min  
Überlappungsanteil oder -verhältnis = ca. 30 bis 50%  
Abgegebenes Gas = Ar  
Gasdruck = 1 kg/cm<sup>2</sup>  
Gasfluß = 15 lpm (Liter pro Minute)

In dem Verfahren nach der Erfindung wird vorzugsweise jeder metallische Überzug von dem angrenzenden um 30 bis 50% überlappt. Wenn der Überlappungsanteil zu klein ist, wird die Dicke des Plattierungshäufchens zu klein, und es ist viel Herrichtungs- bzw. Nachbearbeitung erforderlich, um einen glatten metallischen Überzug zu erhalten. Wenn der Überlappungsanteil zu groß ist, ergibt sich ein zu dicker metallischer Überzug, was nicht nur eine Materialvergeudung, sondern auch einen unnötigen Zeitaufwand bedeutet.

Mit Bezug auf das Gas ist zu sagen, daß dieses zum Transportieren des Pulvers wie auch zum Isolieren der Schmelze von der Luft verwendet werden kann, um zu verhindern, daß das Plattierungsmaterial während des Vorgangs des Erwärmens, des Schmelzens und des Koagulierens oxidiert. Das verwendete Gas kann Helium, Argon oder Stickstoff sein. Jedoch ist Helium teuer und nicht wirtschaftlich. Die Schutzwirkung von Stickstoff ist geringer als diejenige von Argon. Daher ist Argon am geeignetsten.

Obwohl Plasmasprühmaterial oder ein Draht anstelle

von Pulver verwendet werden kann, sind alle Parameter die gleichen, wie sie oben angegeben sind, jedoch mit der Abänderung, daß der Teil wegfällt, der sich auf das Transportieren des Pulvers bezieht.

5 Mit der Erfindung wird ein Verfahren zum Erzeugen einer Doppelmetall-Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke unter Verwendung einer Hochenergie-Kohlendioxid-Laser-Plattierung zur Verfügung gestellt, worin ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser als Wärmequelle verwendet und der Plattierungsbereich mittels einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung gesteuert und/oder geregelt wird, während hierbei Pul-  
10 ver mit geeigneten Plattierungseigenschaften über eine Pulverzuführungseinrichtung aufgebracht wird. Während der Bestrahlung mit dem Laser wird die äußere Oberfläche der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke durch einen Teil der Energie geschmolzen, und ein Teil der Energie bringt das Plattierungspulver zum Schmelzen, dann wird durch augenblickliche  
15 Koagulation eine metallurgische Bindung zwischen der Oberflächenschicht der Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke und der Pulverplattierungsschicht ausgebildet. Wegen der wenigen Eingangswärme oder zugeführten Wärme hat die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke nur eine geringe Deformation, und die Plattierungsdicke kann präzise gesteuert und/oder geregelt werden, so daß wenig Herrichtungs- oder Nacharbeit notwendig ist. Dieses  
25 Verfahren liefert Eigenschaften, welche gegenüber denjenigen, die durch Plasmasprühen erzielt werden, überragend sind. Es werden nicht nur die Verschleiß- und Korrosionsfestigkeitseigenschaften wesentlich verbessert, sondern auch die Produktionskosten werden gesenkt, die Gebrauchsdauer wird erhöht, und  
35 der Wert der Produkte wird ebenfalls erhöht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1), worin ein Hochenergie-Kohlendioxid-Laser (5) als Wärmequelle verwendet wird, und durch Einstellen der Energiedichte und der Breite des Metallüberzugs mit einer Außerfokus-Einstellung oder einer Integratoreinrichtung, Ein-  
40 stellen einer geeigneten Werkbankvorschubgeschwindigkeit, Lineargeschwindigkeit des Aufbringens des Metallüberzugs, Distanz oder Strecke des Außerfokus oder der Außerfokus-Einstellung, Überlappungsanteil und Pulverdüse, und außerdem durch Abgeben von Pulver, das spezielle Eigen-  
45 schaften hat, in einer angemessenen Menge mit einer Pulverzuführungseinrichtung (6) und zusätzlich versehen mit Schutzgas, das einen geeigneten Druck und Fluß hat, so daß eine Doppelmetall-Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) erhalten wird, die Metallüberzugswirkungen der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit bzw. -widerstandsfähigkeit hat.

2. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver durch einen Draht ersetzt ist.

3. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverzuführungseinrich-

tung (6) nicht vorgesehen und die Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) zunächst durch Plasmasprühung beschichtet wird.

4. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkbankvorschubgeschwindigkeit (mm/min)  $F = 60P/W$  ist, worin P die Steigung der Schraube oder Schnecke (1) ist, und worin W die Zeitdauer einer Umdrehung der Schraube oder Schnecke (1) bedeutet.

5. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit des Aufbringens des Metallüberzugs (mm/min)  $S = 60\pi D/W$  ist, worin D der Außendurchmesser der Schraube oder Schnecke (1) ist, und worin W die Zeitdauer einer Umdrehung der Schraube oder Schnecke (1) bedeutet.

6. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Überlappungsanteil zwischen 30 und 50% der optimale Parameter ist.

7. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als optimaler Parameter das Schutzgas Argon ist.

8. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Metallüberzugsschicht zwischen 0,3 und 1,0 mm beträgt.

9. Verfahren zum Herstellen eines Metallüberzugs bei einer Einspritz-, Extrusions- o. dgl. -schraube oder -schnecke (1) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver eine Cr—Co—W-Legierung ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -



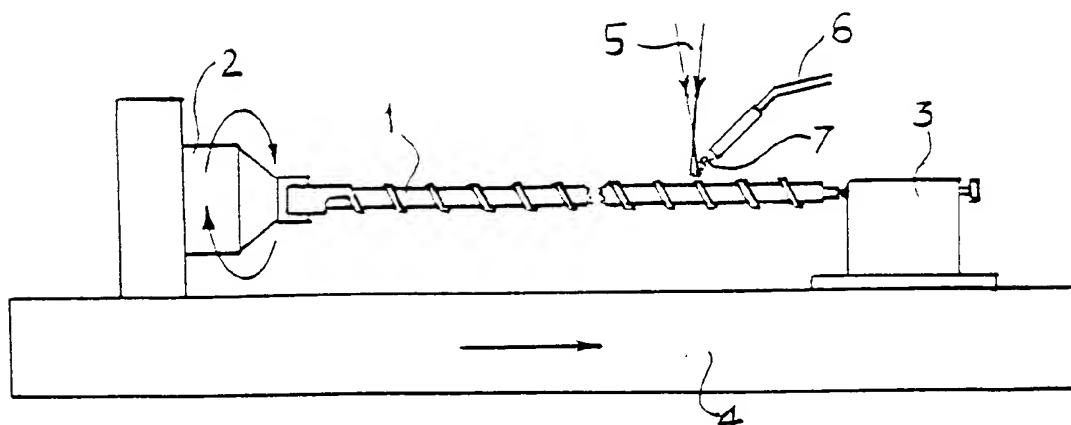


FIG. 1

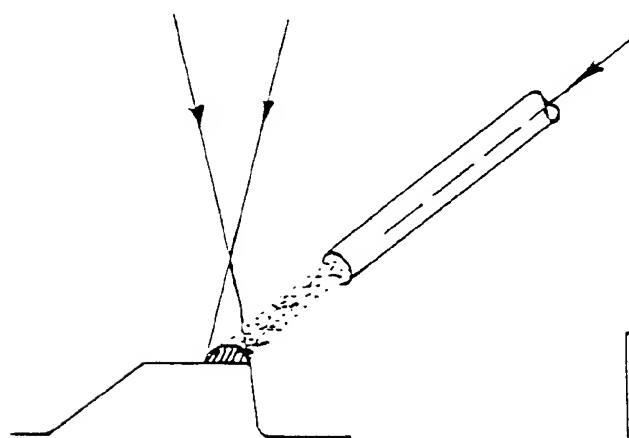


FIG. 2A

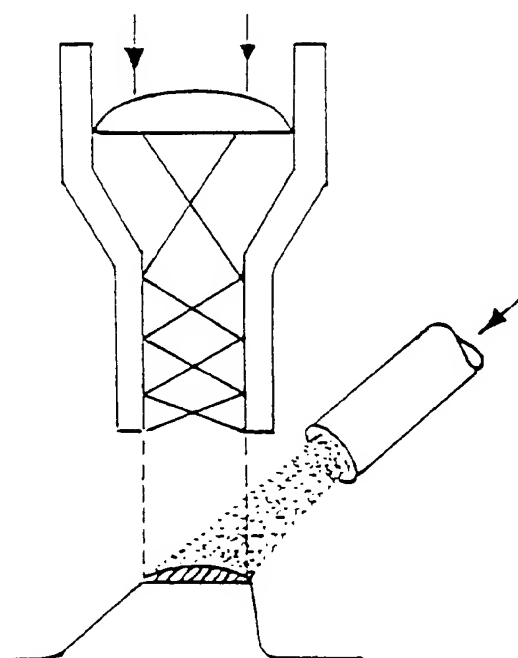


FIG. 2B

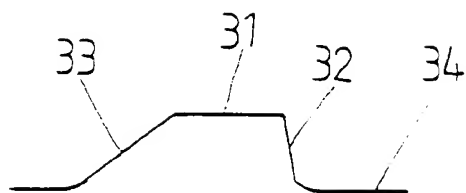


FIG. 3



FIG. 4

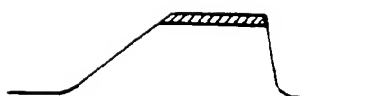


FIG. 5



FIG. 6

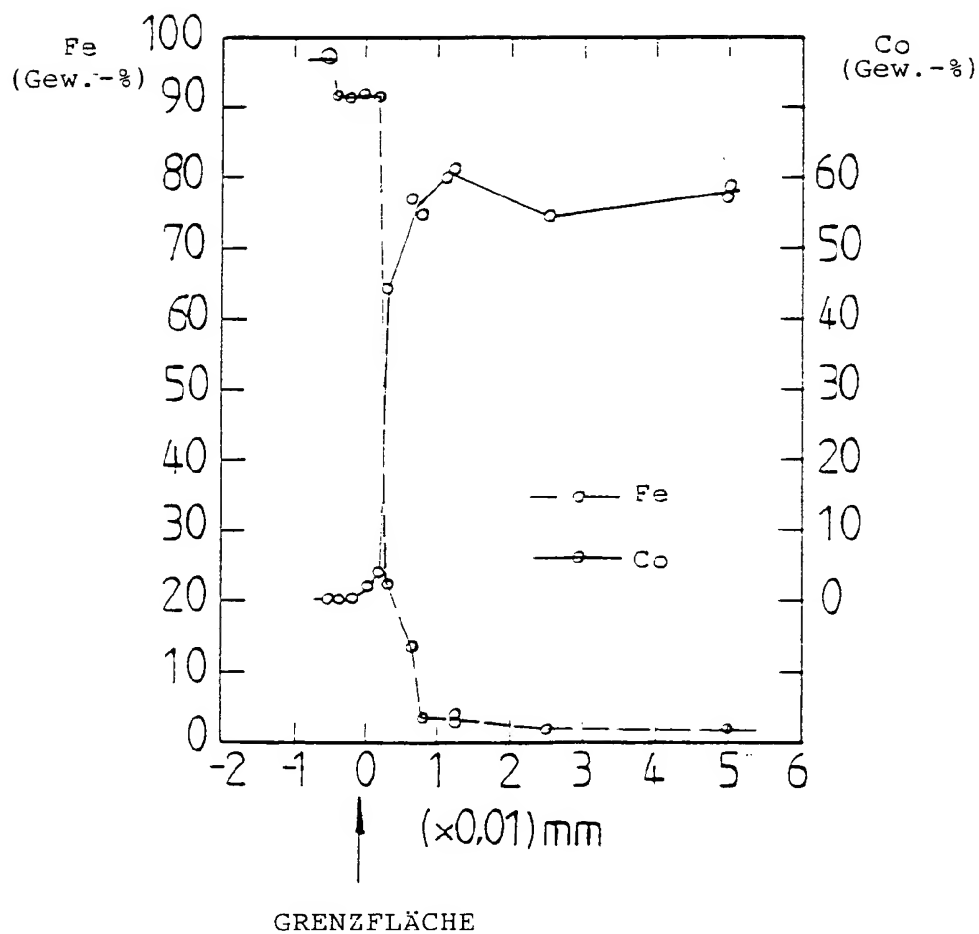


FIG. 7